

Bei dem zweiten Versuch wurde zu 15 ccm 36-prozentigem Formaldehyd ebensoviel Salzsäure wie oben und in der Kälte gesättigtes Schwefelwasserstoffwasser zugegeben, welches soviel Schwefelwasserstoff enthielt als die angegebene Menge Thiosulfat beim ersten Versuche zu liefern imstande wäre.

Bei dem ersten Versuch trat erst nach mehreren Tagen eine allmähliche Trübung und schließlich Thioformabscheidung ein, während beim zweiten Versuch schon nach mehreren Stunden eine weiße Trübung erfolgte. Auch diese Versuche machen also die intermediäre Existenz der Formaldehyd-thioschwefelsäure sehr wahrscheinlich. Die Bildung von Thioform aus Thiosulfat und Formaldehyd bei Gegenwart von Salzsäure macht die Annahme Vortmanns betreffend den Zerfall der Thioschwefelsäure in schweflige Säure, Sauerstoff und Schwefelwasserstoff doch illusorisch; denn würde Sauerstoff entstehen, so könnte durch denselben nicht nur eine Oxydation des Schwefeldioxyds, sondern auch des Schwefelwasserstoffes und Formaldehydes erfolgen, wodurch die Reaktion an und für sich beeinflusst werden würde.

366. Hans Pringsheim und Franz Eissler.

Beiträge zur Chemie der Stärke. III.¹⁾

[Aus dem Chemischen Institut der Universität Berlin.]

(Eingegangen am 12. August 1914.)

Die in unseren ersten Mitteilungen beschriebenen krystallisierten Dextrine waren aus Kartoffelstärke erhalten worden. Schon Schardinger²⁾ gibt an, daß man mit Hilfe des *Bacillus macerans* auch aus Maranta-, Weizen- und Reisstärke das Dextrin α , die Tetraamylose, und das Dextrin β , die Hexaamylose, gewinnen kann; er erwähnt ferner, daß bei der Vergärung der drei letztgenannten Stärkearten in Form ihres 5-prozentigen Kleisters keine glatte Lösung wie bei der Kartoffelstärke erfolgt, sondern, daß hierbei eine Ausflockung stattfindet, die während der Dauer der starken, unter Gasabgabe vor sich gehenden Gärung an die Oberfläche der Gärflüssigkeit gehoben wird. Wir haben die Versuche nun auf die Reisstärke ausgedehnt und zuerst festgestellt, daß die ziemlich beträchtliche Ausflockung noch eine Blaufärbung mit Jodlösung gibt, nachdem sie durch

¹⁾ II. Mitteilung, H. Pringsheim und F. Eissler, B. 46, 2959 [1913], vergl. auch H. Pringsheim: Über den gegenwärtigen Stand der Stärkechemie. Die landwirtschaftliche Versuchstation 134, 267 [1914].

²⁾ F. Schardinger, Zentralbl. f. Bakteriologie, II. Abt. 29, 188 [1911].

sorgfältiges Waschen mit Wasser, worin sie in der Kälte unlöslich ist, von der dextrinhaltigen Lösung befreit wurde. Bei Reis-, wie auch bei Maranta- und Weizenstärke wird ein Teil des Stärkemoleküls vom *Bacillus macerans* also nicht angegriffen, und dieser Teil fällt aus der verkleisterten Stärke aus. Die Erscheinung erinnert, rein äußerlich beurteilt, an die Rückbildung verkleisterter Stärke bei niedriger Temperatur, bei der bekanntlich die Maquennesche Amylose sich aus der den Kleister bildenden Amylopektinlösung ausscheidet.

Bei der Verarbeitung der vergorenen Reisstärke auf die mit Chloroform gefällten, krystallisierten Dextrine haben wir nun wiederum das Dextrin α und β erhalten und dazu auch den schon aus der Kartoffelstärke gewonnenen Schlamm isoliert. Alle drei Produkte gaben aber im Vergleich zu den aus Kartoffelstärke erhaltenen, bei der Bestimmung ihres optischen Drehungsvermögens zuerst um einige Grade zu niedrige Werte. Den Grund dieser Erscheinung haben wir in der Beimengung eines neuen krystallisierten Dextrins aufgefunden, dessen spezifische Drehung erheblich niedriger liegt als die der bisher bekannten Dextrine. Es ist in Wasser etwas leichter löslich als das Dextrin β und bleibt demnach nach der Entfernung des Schlammes und des Dextrins β in der Hauptmenge in der wäßrigen Lösung des Dextrins α zurück. Aus Wasser ist es nicht krystallinisch zu erhalten; dagegen kann es vom Dextrin α vermöge seiner geringeren Löslichkeit in wäßrigem Alkohol getrennt werden, aus dem es in mikroskopisch deutlichen Nadeln krystallisiert. Eine derartige Krystallform ist bei den krystallisierten Dextrinen bisher nicht beobachtet worden. Eine Molekulargewichtsbestimmung dieser Substanz haben wir bisher noch nicht ausgeführt; sie wird sich auch schwer bewerkstelligen lassen, denn das Produkt ist nur in wäßrigem Alkohol, dagegen nicht mehr in Wasser klar löslich; in kaltem Wasser bildet es immer eine opaleszierende Lösung, die sich erst bei Zusatz von wenig Alkohol klärt. Das Produkt gehört, wie die Tetraamylose und die Diamylose in die α -Reihe, da aus seiner heißen, wäßrigen Lösung nach Zugabe von Jodjodkaliumlösung ein in langen, grünen Nadeln krystallisierendes Jodadditionsprodukt ausfällt. Solch metallglänzende, grüne Nadeln sind aber für die Jodprodukte der α -Reihe charakteristisch, während die der β -Reihe in dunkelroten Prismen krystallisieren. Es handelt sich also bei dem neuen Dextrin um ein Polymeres der Diamylose.

Wir kennen nun sechs verschiedene krystallisierte Dextrine, vier aus der α - und zwei aus der β -Reihe. Zur α -Reihe gehören: die Diamylose, $(C_6H_{10}O_5)_2$, die Tetraamylose, $[(C_6H_{10}O_5)_2]_2$, das neue Dextrin und der Schlamm, denen wir fürs erste die Formel

$[(C_6H_{10}O_5)_n]_x$ geben müssen. Da nun aber bei polymeren Diamylosen Isomerie auszuschließen und in dieser Reihe mit zunehmender Schwerlöslichkeit in Wasser ein Anstieg der Molekulargröße zu beobachten ist, kann man schlußfolgern, daß das neue Dextrin ein geringeres Molekulargewicht als der Schlamm besitzt. Am naturgemäßesten würde sich daher diese Reihe derart ergänzen, daß sich das neue Dextrin aus drei und der Schlamm aus vier Diamylose-Komplexen zusammensetzt; so wäre das neue Dextrin als ein α -Hexasaccharid von der Formel $[(C_6H_{10}O_5)_3]_3$ und der Schlamm als ein Octasaccharid der Formel $[(C_6H_{10}O_5)_4]_4$ anzusprechen. Gewiß wird man die Annahme noch höherer Molekulargewichte für diese Substanzen von der Hand weisen können; nicht allein, daß für ein krystallisiertes Saccharid wie den Schlamm ein Molgewicht von 1296 schon bemerkenswert genug ist, es erscheint auch weit wahrscheinlicher, daß die Depolymerisation der Stärke durch den *Bacillus mace-rans* zur ununterbrochenen α -Reihe vom Di- bis zum Octasaccharid führen dürfte, als daß etwa eine Stufe übersprungen und dafür z. B. ein Dekasaccharid entstehen sollte. Bemerkte muß noch werden, daß wir auf diese Weise nun zwei isomere Hexasaccharide in den Händen haben: das neue Dextrin, die vermeintliche Tri-diamylose, und das Dextrin β , die Di-triamylose. Doch macht diese Vorstellung keinerlei Schwierigkeiten, nachdem die Molgewichte der Tri- und Hexamylose (der β -Reihe) feststehen.

Wie in der zweiten Mitteilung angegeben, ist der Übergang aus der α - in die β -Reihe auf einem merkwürdigen Wege gelungen, durch Erhitzen der Tetraamylose in Glycerin auf 200°. Dieser Übergang ist nur ein teilweiser, und wir konnten vor einem Jahre nur feststellen, daß hierbei etwa 10 % der Tetraamylose verändert und in ein β -Produkt mit einem dunkelbraunen Jodadditionsprodukt umgewandelt wird. Die Frage, ob so aus der Tetraamylose die Tri- oder die β -Hexamylose entsteht, war noch unbeantwortet. Durch Bestimmung des Krystallwassergehalts und der Drehung des Körpers wurde nun festgestellt, daß es sich um die Triamylose handelt. In welcher Weise diese merkwürdige Umwandlung vor sich geht, haben wir nicht ermitteln können; ein Spaltungsstück hat sich nicht fassen lassen, da der Hauptteil der Tetraamylose immer unverändert zurückbleibt, auch wenn man die Reaktion durch länger als halbstündiges Erhitzen im Glycerin zu vervollständigen sucht.

Die krystallisierten Dextrine bilden, wie wir jetzt gefunden haben, nicht nur Jod-, sondern auch Brom-Additionsprodukte von krystallinischer Struktur. Diese entstehen, wenn man ihre wäßrigen Lösungen in der Wärme mit Brom-Bromkalium-Lösung versetzt und langsam erkalten läßt, in guter Ausbeute.

Chloradditionsprodukte haben wir bisher nicht in faßbarer Menge isolieren können; es mag das z. T. seinen Grund darin haben, daß uns keine geeignete wäßrige Lösung von Chlor zur Verfügung steht. Chlorwasser ist für den Zweck zu verdünnt. Nur einmal, als wir in die warme Lösung der Tetraamylose Chlor einleiteten, konnten wir beim Erkalten die für Halogenadditionsprodukte der α -Reihe charakteristischen Nadeln beobachten; doch hatten sie sich nach kurzem Stehen in der wäßrigen Lösung zersetzt, was bei den Jod- und Bromadditionsprodukten nie beobachtet wird.

Die Bromadditionsprodukte bieten für analytische Zwecke gegenüber den Jodprodukten große Vorteile; sie krystallisieren ohne Krystallwasser oder verlieren es wenigstens beim Trocknen im Vakuumexsiccator über Kali. Wir haben deshalb die fünf Bromadditionsprodukte der bisher bekannten Amylosen durchanalysiert. Es zeigte sich, daß die Produkte der α -Reihe auf einen Diamyloserest $\frac{3}{4}$ Atome Halogen addieren, ebenso wie das bei den Jodprodukten der Fall war. Dagegen lagern die β -Produkte auf einen Triamyloserest nur ein Atom Brom an, wohingegen sie $1\frac{1}{2}$ Atome Jod aufnehmen. Eine Ausnahme machte in beiden Fällen die Diamylose; dieses niedrigst molekulare, krystallisierte Dextrin hat ein größeres Bindungsvermögen für Halogen als seine höher molekularen Polymeren. Sowohl sein Jod- wie auch sein Bromadditionsprodukt zeigt einen höheren Halogengehalt als der Formel $(C_6H_{10}O_5)_2 \cdot \frac{1}{2} Hg$ entspricht. Die erhaltenen Analysenwerte liegen zwischen $\frac{3}{4}$ und 1 Atom Halogen.

Alle Halogenadditionsprodukte sind krystallinisch. Die Jodprodukte der β -Reihe krystallisieren in dunkelbraunen, die Bromprodukte in gelben Prismen, während alle Halogenprodukte der α -Reihe als lange Nadeln ausfallen. Auch hier sind alle Bromprodukte gelb gefärbt, wohingegen die α -Jodprodukte dunkelgrünen Metallglanz zeigen. Die Zugehörigkeit zur α - oder β -Reihe kann daher am schnellsten durch die Farbe der Jodprodukte entschieden werden.

Experimenteller Teil.

Die Amylosen aus Reisstärke.

Die Darstellung der krystallisierten Dextrine aus Reisstärke erfolgte zuerst ganz in der früher beschriebenen Weise. Da sich der Schlamm aus Reisstärke in Wasser bei Zusatz geringer Mengen von Alkohol in der Kälte als schwer löslich erwies, haben wir seine Drehung in 50-prozentigem Alkohol bestimmt. Zum Vergleich ist auch die Drehung des Schlammes aus Kartoffelstärke in 50-prozentigem Alkohol ermittelt worden; in diesem Lösungsmittel wurde sie um etwa 8° niedriger befunden als in $1\frac{1}{2}$ -prozentigem Alkohol.

Octa-amylose, $[(C_6H_{10}O_5)_8]_4$?

Schlamm aus Kartoffelstärke.

Die optische Bestimmung wurde in 50-prozentigem Alkohol ausgeführt. 0.0439 g Sbst. Gesamtgewicht der Lösung 4.5360 g. $d_{24} = 0.9246$. Drehung bei 24° und Natriumlicht $+1.18 \pm 0.01^\circ$ (1-dm-Rohr). Mithin $[\alpha]_D^{24} = +131.8^\circ$. Eine zweite Bestimmung gab $[\alpha]_D^{24} = 132.5^\circ$.

Schlamm aus Reisstärke.

Der Schlamm war zweimal aus wäßrigem Alkohol umkrystallisiert. 0.0359 g Sbst. Gesamtgewicht der Lösung 4.5252 g. $d_{24} = 0.9362$. Drehung bei 24° und Natriumlicht $+0.98 \pm 0.01^\circ$ (1-dm-Rohr). Mithin $[\alpha]_D^{24} = +131.8^\circ$.

Das nach dem Entfernen des Schlammes durch Eindampfen zur Krystallisation gebrachte Dextrin β wurde durch mehrfaches Umkrystallisieren aus Wasser gereinigt, nachdem die ersten Drehungswerte um ca. 6° zu niedrig ausgefallen waren. Hierbei zeigte sich, daß die über den Krystallen stehende Lösung auch nach dem ersten Umkrystallisieren trübe war, was bei dem Dextrin β aus Kartoffelstärke nicht beobachtet worden war. Erst nachdem die trübe Lösung mehrfach von den Krystallen abgegossen — und nicht mit abfiltriert — worden war, wurde der richtige Drehungswert erhalten. Die Trübung war offenbar durch die Anwesenheit des neuen, niedriger drehenden Dextrins veranlaßt, das z. T. schon in die Fraktion des Dextrins β übergeht.

Dextrin β aus Reisstärke. β -Hexa-amylose, $[(C_6H_{10}O_5)_6]_3$.

Die optische Bestimmung wurde in Wasser als Lösungsmittel ausgeführt. 0.0289 g Sbst. Gesamtgewicht der Lösung 5.0470 g. $d_{24} = 1.0030$. Drehung bei 24° und Natriumlicht $+0.91 \pm 0.01^\circ$ (1-dm-Rohr). Mithin $[\alpha]_D^{24} = 158.4^\circ$. Für Dextrin β aus Kartoffelstärke wurde gefunden $[\alpha]_D^{24} = 158.3, 157.9^\circ$.

Auch das Dextrin α zeigte anfangs eine um ca. 6° zu niedrige Drehung. Es wurde durch Umkrystallisieren aus verdünntem Alkohol gereinigt. Dabei verfährt man am besten so, daß man die Substanz mit Alkohol — etwa 40 ccm pro g Substanz — übergießt und zu dem siedenden Alkohol tropfenweise heißes Wasser zugibt, bis Lösung eingetreten ist. Nach dem Filtrieren fällt dann nach 24-stündigem Stehen bei Zimmertemperatur ein geringer Teil der Substanz in nadelförmigen Krystallen aus. Dieses Produkt ist das neue Dextrin. Wird sein Filtrat im Vakuum zur Trockne verdampft und der Rückstand nun nach Zugabe von weniger Alkohol durch Zusatz von

Wasser in Lösung gebracht, so fällt nach 24 Stunden aus der heiß filtrierten Lösung das Dextrin α in den für dieses Dextrin charakteristischen Krystallen.

Dextrin α aus Reisstärke.

Tetra-amylose, $[(C_6H_{10}O_5)_2]_2$.

Zur optischen Bestimmung diente die Lösung in Wasser.

0.0483 g Subst. Gesamtgewicht der Lösung 4.7015 g. $d_{24} = 1.0070$.
Drehung bei 24° und Natriumlicht $+ 1.43 \pm 0.01^\circ$ (1-dm-Rohr). Mithin $[\alpha]_D^{24} = + 138.2^\circ$. Drehung des Dextrins α aus Kartoffelstärke $[\alpha]_D^{24} = 138.6, 138.8^\circ$.

Neues Dextrin aus Reisstärke.

α -Hexa-amylose, $[(C_6H_{10}O_5)_2]_3$?

Die in Nadeln krystallisierende Substanz wurde nochmals aus verdünntem Alkohol umkrystallisiert; dabei wurden wieder nadelförmige Krystalle erhalten, die im Schmelzpunktröhrchen nach vorheriger Bräunung gegen 300° sich zersetzen. An der Ausführung der Analyse hinderten uns die kriegerischen Ereignisse. Da jedoch alle krystallisierten Dextrine das Äquivalentgewicht $C_6H_{10}O_5$ besitzen, kann durch die Analyse doch nicht bewiesen werden, daß eine vollkommene Trennung des neuen Dextrins vom Dextrin α gelungen war. Die einheitliche Krystallisation in Nadeln ist dafür ein besseres Kriterium. Reduktion Fehlingscher Lösung wurde nicht beobachtet; nach der Hydrolyse mit Salzsäure trat sie ein. Das Jodprodukt der Substanz krystallisiert in metallglänzenden, grünen Nadeln.

Zur optischen Bestimmung diente wäßriger Alkohol.

0.0412 g Subst. Gesamtgewicht der Lösung 6.6097 g. $d_{20} = 0.9657$. Drehung bei 20° und Natriumlicht $+ 0.74 \pm 0.02^\circ$. Mithin $[\alpha]_D^{20} = + 122.9^\circ$.

0.0322 g Subst. Gesamtgewicht der Lösung 5.4492 g. $d_{20} = 0.9749$. Drehung bei 20° und Natriumlicht $+ 0.71 \pm 0.01^\circ$. Mithin $[\alpha]_D^{20} = + 123.2^\circ$.

Der Alkohol hatte in beiden Fällen keine bestimmte Konzentration, er wurde zugegeben, bis in der Kälte alle Substanz in Lösung blieb. Die Drehungsbestimmungen können dadurch in geringem Grade beeinflußt sein. Wir hoffen sie in 50-prozentigem Alkohol wiederholen zu können.

Umwandlung der Tetra- in die Tri-amylose.

Die Verwandlung des Dextrins α in die Triamylose wurde mit 6 g Substanz in 40 ccm Glycerin bei 190° genau wie auf S. 2969 der II. Mitteilung angegeben, vorgenommen. An reiner Tri-amylose wurde nach mehrfachem Umkrystallisieren aus Wasser 0.4 g erhalten.

0.3775 g Sbst. verloren beim Trocknen bei 110° 0.0484 g Wasser.

$(C_6H_{10}O_5)_3 + 4H_2O$. Ber. H_2O 12.91. Gef. H_2O 12.82.
 $(C_6H_{10}O_5)_6 + 9H_2O$. » » 14.29.

Die optische Bestimmung wurde in Wasser als Lösungsmittel ausgeführt.

0.0866 g Sbst. Gesamtgewicht der Lösung 8.4566 g. $d_{22} = 1.0033$.
 Drehung bei 22° und Natriumlicht $+1.55 \pm 0.01^\circ$. Mithin $[\alpha]_D^{22} = +150.9^\circ$.

Gefunden für Triamylose $[\alpha]_D^{24} = +151.4, 151.8^\circ$.

» » β -Hexaamylose $[\alpha]_D^{24} = +158.3, 157.9^\circ$

Das Umwandlungsprodukt ist also die Triamylose.

Halogen-Additionsprodukte der Amylosen.

Trijod- β -hexaamylose $(C_6H_{10}O_5)_6, 9H_2O, 3I$.

Durch einen Druckfehler ist diese Substanz in der II. Mitteilung als Dijod-hexaamylose bezeichnet worden. Doch stimmen die Analysenzahlen und die Theorie auf das Trijodprodukt:

Für die trockne Sbst. $(C_6H_{10}O_5)_6, 3I$. Ber. I 28.1. Gef. I 27.0.

Aus dem Wasserverlust ergibt sich der Krystallwassergehalt: 0.2517 g Sbst. verloren 0.0266 g H_2O .

$(C_6H_{10}O_5)_6, 9H_2O, 3I$. Ber. H_2O 10.6. Gef. H_2O 10.5.

Jod-triamylose, $(C_6H_{10}O_5)_3, 4\frac{1}{2}H_2O, 1\frac{1}{2}I$.

Die Substanz war bis zur Gewichtskonstanz im Vakuumexsiccator über Kali getrocknet. Unter der Voraussetzung, daß ihr Krystallwassergehalt dem ihres Polymeren entspricht, erhielten wir gut stimmende Werte für den Jodgehalt. Doch muß zugegeben werden, daß der Theorie eine gewisse Unsicherheit anhaftet, da der Wassergehalt nicht direkt zu bestimmen ist.

I. 0.1564 g Sbst.: 0.0732 g AgI. — II. 0.2758 g Sbst.: 0.1301 g AgI.
 Ber. I 25.29. Gef. I (I.) 25.29, (II.) 25.49.

Jod-tetraamylose, $(C_6H_{10}O_5)_4, 4H_2O, 1\frac{1}{2}I$.

Nach der Analyse der II. Mitteilung:

Ber I 21.05. Gef. I 21.25.

0.2943 g Sbst.: 0.0213 g H_2O .

Ber. H_2O 7.9. Gef. H_2O 7.2.

Jod-diamylose.

0.1696 g Sbst.: 0.0740 g AgI. — 0.3919 g Sbst.: 0.1683 g AgI.

$(C_6H_{10}O_5)_2, \frac{3}{4}I$. Ber I 22.86. Gef. I 23.58, 23.21.

Man sieht also, daß die Jod-diamylose einen höheren Prozentgehalt an Jod besitzt als der Theorie entspricht, die ihr in Analogie zu den

andern Jodprodukten der α -Reihe zukommt, da ihr Krystallwassergehalt berücksichtigt werden muß.

Die Analyse der Jodprodukte wird also sehr erschwert, weil es nicht gelingt, die Substanzen ohne Krystallwasserverlust zu trocknen. Andererseits tritt beim Trocknen im Vakuum bei höherer Temperatur, wie sie zur Vertreibung des Krystallwassers nötig ist, immer ein geringer Jodverlust ein.

Von dieser Fehlerquelle sind die Analysen der Bromprodukte frei, denn sie werden bei gewöhnlicher Temperatur im Vakuum-exsiccator ohne Bromverlust wasserfrei. Die Bromadditionsprodukte werden erhalten, wenn man die heiße, wäßrige Lösung der Amylosen mit Brom-Bromkalium-Lösung versetzt. Die Bromkörper krystallisieren dann beim Abkühlen aus und können durch Waschen mit kaltem Wasser vom Bromkalium befreit werden.

Dibrom- β -hexaamylose, $(C_6H_{10}O_5)_6$, 2 Br, orangefarbene Prismen.
0.1746 g Sbst.: 0.0585 g AgBr.

Ber. Br 14.13. Gef. Br 14.28.

Brom-triamylose, $(C_6H_{10}O_5)_3$, Br, hellgelbe Prismen.
0.2462 g Sbst.: 0.0829 g AgBr.

Ber. Br 14.13. Gef. Br 14.32.

Brom-Produkt des Schlammes. Tribrom-octaamylose, $(C_6H_{10}O_5)_8$, 3 Br, fahlgelbe Nadeln.

Zur Darstellung dieser Substanz wird der Schlamm in heißem Wasser aufgeschwemmt und Brom-Bromkalium-Lösung zugegeben. Hierbei erfolgt Lösung, aus der nach dem Filtrieren der Bromkörper beim Abkühlen auskrystallisiert. Eine Lösung des Schlammes in Wasser gibt mit Bromlösung versetzt wegen zu großer Verdünnung keine Krystallisation.

0.2548 g Sbst.: 0.0923 g AgBr.

Ber. Br 15.61. Gef. Br 15.42.

Brom-tetraamylose, $(C_6H_{10}O_5)_4$, $1\frac{1}{2}$ Br, hellgelbe Nadeln.
0.2626 g Sbst.: 0.0964 g AgBr.

Ber. Br 15.61. Gef. Br 15.62.

Brom-diamylose, braungelbe Nadeln.

0.7740 g Sbst.: 0.3200 g AgBr. Gef. Br 17.60. — 0.2874 g Sbst.:
0.1175 g AgBr. Gef. Br 17.39.

Nach dem Umkrystallisieren aus Wasser und erneutem Trocknen:
0.0842 g Sbst.: 0.0345 g AgBr. Gef. Br 17.43.

Neudarstellung der Substanz aus einer andern Portion Diamylose: 0.1209 g
Sbst.: 0.0494 g AgBr. Gef. Br 17.38.

$(C_6H_{10}O_5)_2$, $\frac{3}{4}$ Br. Ber. Br 15.61.

$(C_6H_{10}O_5)_2$, Br. > > 19.80.

Der gefundene Wert liegt in der Mitte.